



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Bolig for livet - Home for life

- energi, æstetik, komfort - med mennesket i centrum

Hansen, Ellen Kathrine; Lildholdt, Rikke

Publication date:
2009

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Hansen, E. K., & Lildholdt, R. (2009). *Bolig for livet - Home for life: - energi, æstetik, komfort - med mennesket i centrum.*

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

BOLIG FOR LIVET





Energi, æstetik og komfort
- med mennesket i centrum

BOLIG FOR LIVET



»En prøve er mere værd end 1000 ekspertantagelser«

Villum Kann Rasmussen

Derfor bygger vi rigtige huse og afprøver tingene i praksis. Målet med husene er at udvikle ny viden om fremtidens energirigtige, komfortable og æstetiske boliger. Husene skal derfor bebos og testes af en familie i en periode samtidig med, at de vil fungere som udstillingshuse.

CO₂ udslippet skal reduceres

Videnskabsmænd har bekræftet, at der på 40 minutter falder tilstrækkelig solenergi på Jordens overflade til at dække verdens energiforbrug i et helt år. En god oplysning i en tid hvor de klimatiske forandringer går hurtigere end hidtil forudset. Men det kræver, at vi formår at høste solen – og i langt højere grad udnytte og udvikle nye teknologier.

Måden vi bygger og bor på har stor betydning for såvel miljøet som vores dagligdag. Energiforbruget til opførelse og drift af bygninger i Vesten udgør ca. 40% af det samlede energiforbrug – energi som primært er kulbaseret og dermed er forbundet med et højt CO₂ udslip. Vi står over for store udfordringer med at udvikle fremtidens byggeri, så det optimerer udnyttelsen af solens energi, og derved nedbringer energiforbruget og CO₂ udledningen.

Indholdsfortegnelse

Med mennesket i centrum	6
Udviklingsmodel	7
Energikoncept	8
Energi	11
Komfort	16
Æstetik	19
Lys skaber rum	22
Materialer	24
Konstruktion	25
VELFAC Helo®	26
En prøve er mere værd...	30

Med mennesket i centrum

Da vi i midten af 2007 påbegyndte udviklingen af Bolig for livet, blev vi hurtigt enige om at tage udgangspunkt i mennesket. Vores bud på fremtidens hus skulle ikke blot være vel-isoleret og selvforsynende med CO₂ neutral energi. Det skulle også være rart at opholde sig i, med masser af dagslys og frisk luft, være fleksibelt med plads til både fordybelse og samvær, og ikke mindst skulle liv, lys og luft afspejle sig i boligens arkitektur.

Eksisterende viden sat sammen på en ny måde

Bolig for livet er blevet til gennem 10 tværfaglige workshops, hvor eksperter fra bygge-industrien, forskningsinstitutioner, arkitekter, ingeniører og andre spidskompetencer har arbejdet sammen og udviklet en model (modsatte side), hvor energi, æstetik og komfort udgør den ene akse og mål og virkemidler den anden. Denne model har medvir- ket til at fastholde fokus på ideen om at sikre balance mellem energi, æstetik og komfort – med mennesket i centrum.



Idé

Gennem udvikling, opførelse og dokumentation skal Bolig for livet demonstrere, hvor- dan dagslys og varme kan skabe balance mellem ener- gi, æstetik og komfort – med mennesket i centrum.

Fakta

Bolig for livet er udviklet af VELFAC og VELUX i samarbejde med aart arkitekter og Esbensen Rådgivende Ingeniører. Øvrige del- tagere i projektgruppen er: Ingeniørhøjskolen i Århus, Alexandra Institutet, Arkitektskolen Aarhus, Statens Byggeforskningsinstitut og Århus Kommune. KFS-Boligbyg står for opførelsen af byggeriet.

Tidsplan

- Første projektmøde September 2007
- Første spadestik September 2008
- Officiel åbning April 2009
- Åbent hus 25. april 2009 – 28. juni 2009
- Testperiode 1. juli 2009 – 30. juni 2010

Adresse

Elmehaven 1
8520 Lystrup
(ca. 10 km nord for Århus)

Aktivhusprincippet

VKR Holding, der er moderselskab for VELUX og VELFAC, initierede i 2008 op- førelsen af otte demonstrationshuse efter aktivhusprincippet i en række europæiske lande. Husene producerer selv energi og bygges som eksempler på intelligente bygninger med et lavt energiforbrug, et godt indeklima og en spændende arkitek- tur.

Et aktivhus bidrager til en bæredygtig ud- vikling i forhold til:

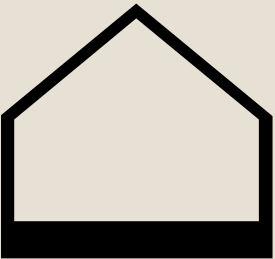
- At skabe balance mellem energiforbrug og –produktion.
- Det liv der leves i huset, indeklima, funktion og sundhed.
- At skabe oplevelser i og omkring huset.

Bolig for livet vil stå klar som det første af de otte aktivhuse. Det næste eksempel i Danmark bliver Green Light House. Bag projektet står, Københavns Kommune, Københavns Universitet, Universitets- og Bygningsstyrelsen, VELUX og VELFAC.

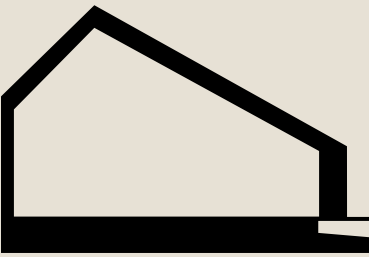
Bolig for livet – udviklingsmodel

Program	Energi	Æstetik	Komfort
Mål	I Bolig for livet produceres mere energi end der forbruges. Energioverskud tilbagebetaler materialers energiindhold over ca. 40 år. Energiforbruget dækkes af vedvarende energi- kilder, vurderes i et helhedsperspektiv og søges minimeret gennem optimering af bygningsdesignet.	I Bolig for livet er der i spændingsfeltet mellem energi- optimering og høj komfort smukke løsninger, der appel- lerer til vores sanseoplevelser og skaber indtryk af nær- vær, indlevelse og betydning. Oplevelserne skabes via rumligheder, der understreger energioptimerede løsninger, integration af vedvarende energi, stedets særlige karakter og dagslysets poten- tialer.	I Bolig for livet skal funktionelle rammer og et godt inde- klima sikre et komfortabelt og sundt liv i boligen. Komfort og indeklima optimeres gennem bygningsdesign med fokus på gode dagslysforhold, adgang til frisk luft, god kontakt mellem inde og ude, fleksible plandisposi- tioner samt i forhold til valg af materialer og vedligehold.
Virkemidler			
Liv	Energiforbrug og –produktion er en naturlig og inte- greret del af livet i og omkring boligen.	Livet i boligen og samspillet med naturen afspejles i ud- trykket i de 5 aktive facader og den rumlige komposition.	I funktioner og relationer mellem de fleksible rum er livet i boligen et gennemgående tema.
Lys	Brugen af elektrisk lys i boligen er reduceret gennem optimering og aktiv regulering af dagslyset.	Samspil mellem lys, materialer og rum. Aktive facader dimensioneres og orienteres for optimeret udnyttelse af lysets æstetiske potentialer.	Lysindtaget formes omkring lysfortællinger om det liv, der leves i og omkring huset.
Luft	Facade og bygningsvolumen er optimeret til naturlig ventilation, som suppleres med behovsstyret mekanisk ventilation med varmegenvinding.	Bygningens form afspejler naturligt luftflow, passiv opvarmning og integration af udvendige vedvarende energikilder mod syd.	Høje termiske komfortkrav. Rigeligt med frisk luft uden træk.
Vinduer			
Profilr	Nyt energioptimeret vindue med slanke profiler af nyt varmeisolerende materiale. De slanke profiler sikrer stort varme- og lysindfald.	Slanke profiler, der giver et let og elegant udtryk. Lette sammen- og indbygninger, hvor profiler ikke ses indefra. Facadebeklædning og inddækninger harmonerer med rammeprofilers materialitet.	De slanke profiler giver god rumlig sammenhæng mellem inde og ude samt ingen vedligeholdelse.
Lysninger	Lysningspaneler forbedrer linietab og formidler dagslyset langt ind i rummet.	Lysningspaneler formidler dagslyset samt skaber god og rumlig overgang mellem inde og ude.	Lysninger udgør rum i rummet, samt møbler som sidde- nicher.
Afskærmninger	Udvendig automatisk solafskærmning optimerer lys- og varmeindtag. Indvendig afskærmning fungerer som natisolering.	Afskærmningen udtrykker den aktive facade via forskellige udtryk afhængigt af behov og klima. Afskærmningen tillader optimalt dagslysinndrag i forhold til afskærmning for varme.	Afskærmningen understøtter det liv, der udspilles i husets fleksible og aktive rumligheder.
Ruder	Energioptimerede ruder, 3-lags glas med argon.	Naturligt dagslys.	Ingen kuldenedfald ved ruder.
Styring	Intelligent trådløs og integreret styring til optimering af energiforbrug via passiv opvarmning og afskærmning af facader, styring af lys, ventilation og varmeanlæg.	Skjult.	Styring foregår automatisk med mulighed for manuel betjening via udbygget brugerinterface. Styringen sam- køres med andre funktioner for at optimere komfort og brugervenlighed.

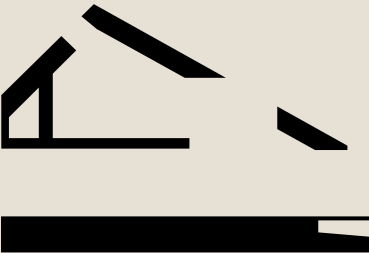
Fra arketype til **aktivhus**



1 Vi tager arketypen af et 1½ plans saddeltagshus med traditionel isolering.

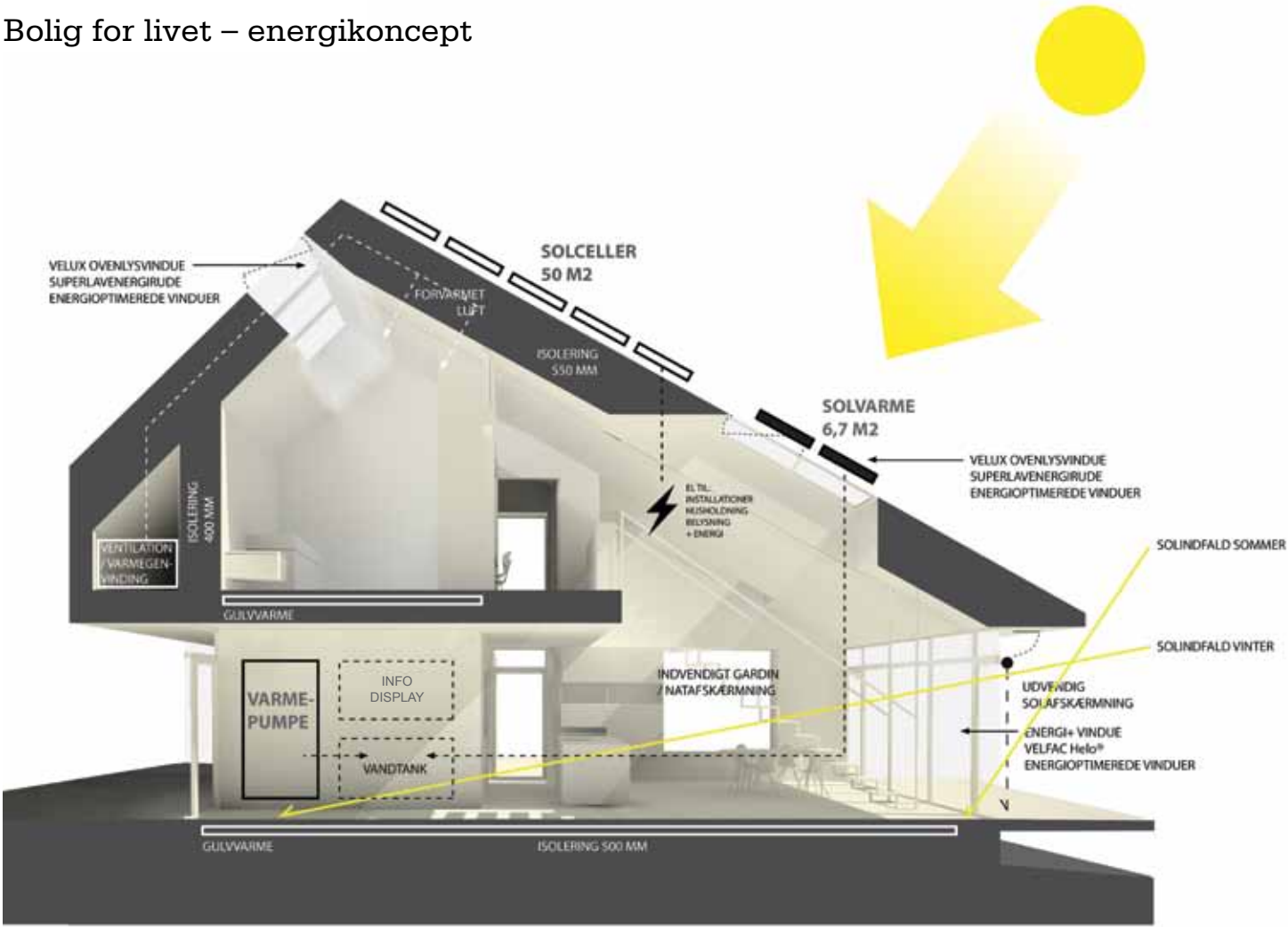


2 Vi forskyder kippen for at gøre plads til en stor energiproducerende tagflade mod syd. Huset isoleres godt og tætnes.



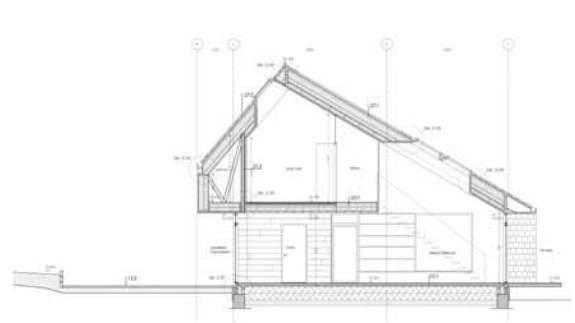
3 Vi åbner op for dagslys, frisk luft og udsyn. Vinduesarealet er 40% af gulvarealet.

Bolig for livet – energikoncept

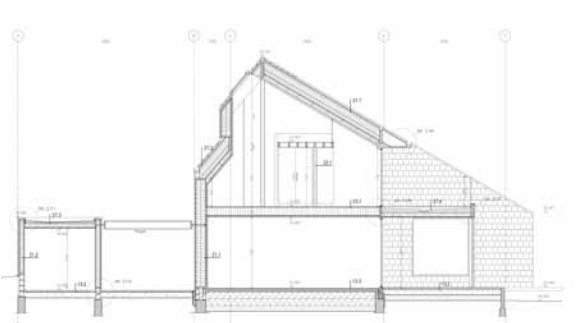


- Solceller, solvarme og varmepumpe producerer el, varmt vand og rumopvarmning.
- Ca. 50% af rumvarmebehovet er dækket af den passive solvarme fra de energioptimerede vinduer.
- Naturlig og mekanisk ventilation samt indvendig og udvendig solafskærmning sikrer frisk luft og en god temperatur.
- Styring af huset reducerer energiforbruget og sikrer et godt indeklima.

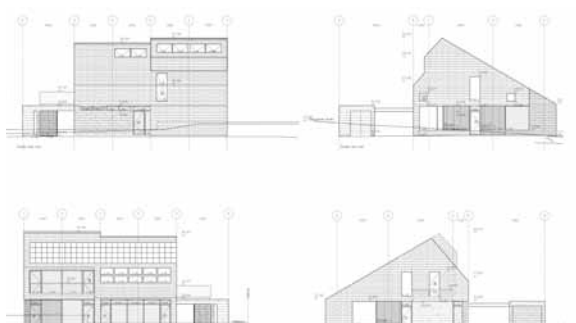
Snit A-A



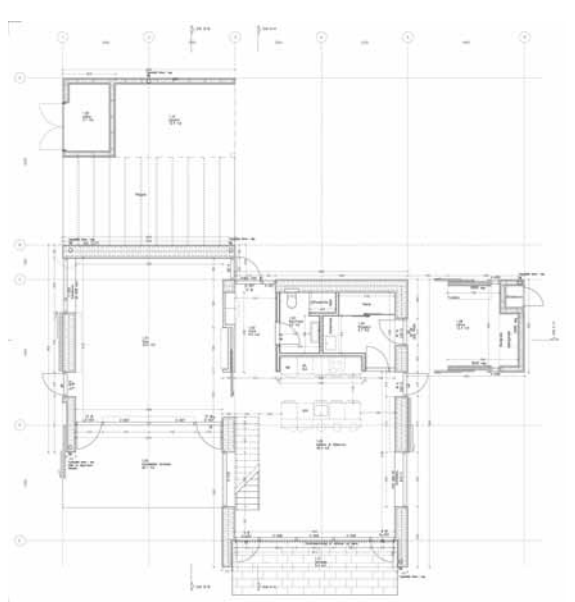
Snit B-B



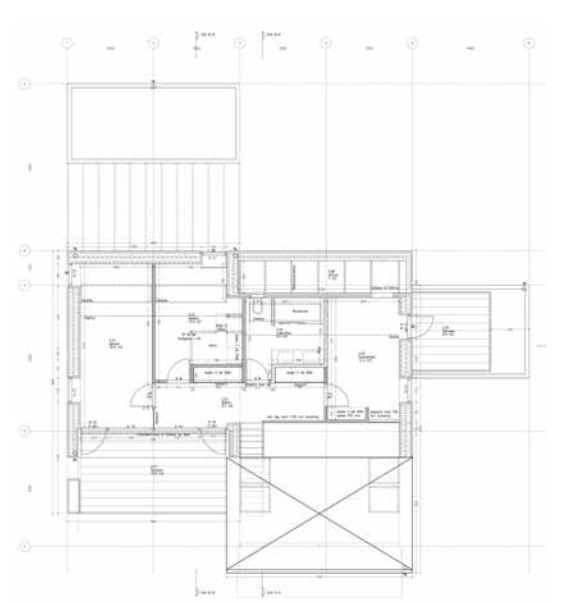
Facader



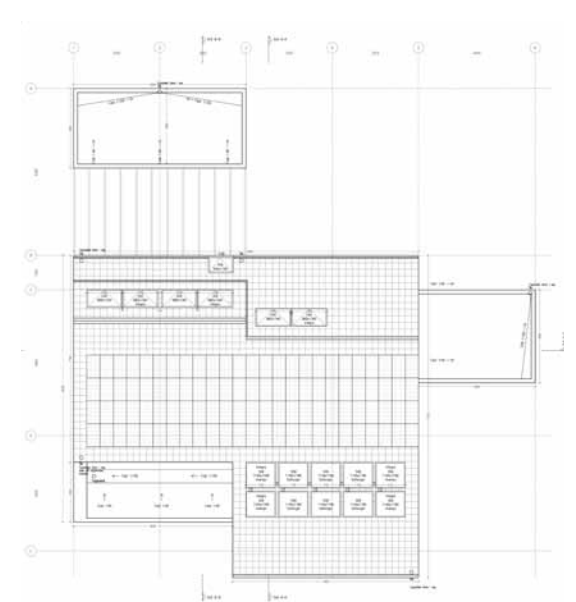
Stueplan



1. Salsplan



Tagplan

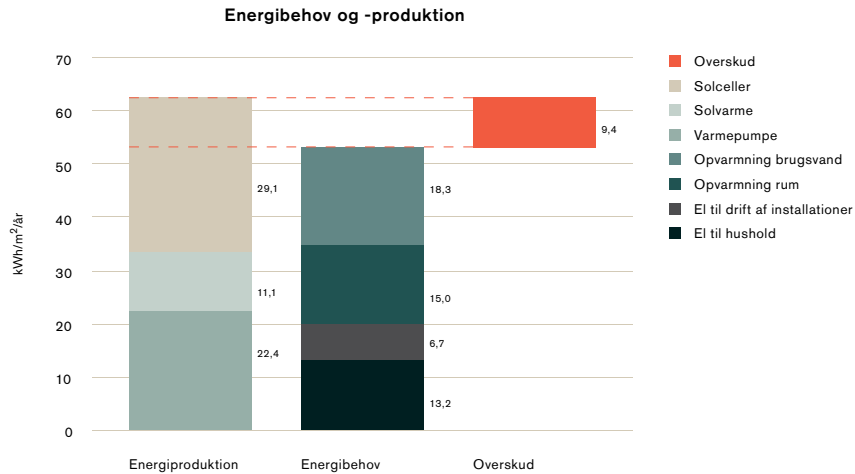
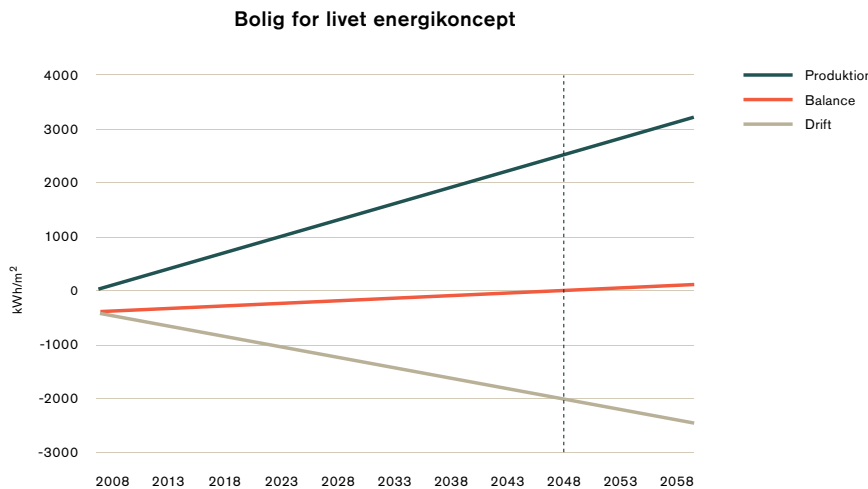




I Bolig for livet produceres mere **energi** end
der bruges – og al energi er vedvarende

Energi

Energimålet for Bolig for livet er, at huset er selvforsynende med energi. Det producerer mere energi, end det forbruger, og opførelsesenergien beregnet med Beat 2002 er tilbagebetalt med den overskydende energi inden for en 30-50 årig periode. På grafen nedenfor ses, at huset beregningsmæssigt er betalt tilbage over ca. 40 år.



Grafen viser, at Bolig for livet producerer et årligt energioverskud. Energioverskuddet er beregnet til 9,4 kWh/m²/år og er beregnet ud fra 1 til 1 princippet for energi. Det vil sige, at der ikke er ganget med faktor 2,5 på elforbruget (primær energi), som man blandt andet gør i Be06. Der er således tale om reel produktion og forbrug.

Energiproduktion

Al energi, som produceres i Bolig for livet, kommer direkte fra solen:

- Solfangere producerer varmt brugsvand.
- Varmepumpen producerer rumvarme og supplerende varmt brugsvand.
- Solceller genererer strøm til boligen.
- Energioptimerede vinduer med lav u-værdi sikrer tilførsel af passiv varme.

El-produktion

50 m² polykrystallinske solceller er placeret på husets sydvendte tagflade integreret i tagfladen, så den fremstår som et helstøbt ydre. Solcellerne dækker husets elforbrug til drift af de tekniske installationer og husholdningsel.

Rumopvarmning

Ca. 50% af rumvarmebehovet er dækket af den passive solvarme. Den øvrige del varretages af en kombination af gulvvarme og radiatorvarme. Der anvendes gulvvarme i alle fællesrum og radiatorvarme i værelserne, således at varmen her hurtigt kan reguleres. Varmen føres rundt i huset via energisparepumper. Generelt er teknikken designet, så føringsvejene bliver kortest mulige af hensyn til tryk- og varmetab. Samtidig ønskes den lavest mulige fremløbstemperatur af hensyn til virkningsgrader på henholdsvis solvarme og varmepumpevarme, samt det lavest mulige varmetab i installationerne.



Brugsvandsopvarmning

Solfangerne dækker 50-60% af den årlige brugsvandsopvarmning. Derudover anvendes solfangerne også som tilskud til rumopvarmningen. Solfangerne udgør et areal på 6,7 m² og er placeret i nederste del af tagfladen. Varmepumpeanlægget supplerer med den resterende del. Varmepumpen fungerer ved, at energien optages direkte fra den omgivende luft ved hjælp af et luftmodul, som er placeret uden for huset. Varmepumpen er interessant i forbindelse med solvarmeanlægget, fordi den er meget energieffektiv og har et langt mindre CO₂ udslip end fx olie- og el-opvarmning. Det installerede anlæg formår at kombinere energien fra solfangeren med varmepumpen på en optimal måde og derved reduceres den samlede årlige omkostning ved anlægget.

Dagslys

Dagslysindtaget er optimeret for at reducere brugen af elektrisk lys. Vinduesarealet udgør 40% (mod normalt 20-25%), og vinduerne er placeret i alle fire facader samt i taget for at sikre et godt, naturligt lys, der fordeles langt ind i rummene. Dagslysindtaget er moduleret via simuleringer i VELUX Daylight Visualizer og modelstudier i lyslaboratorium.

I Bolig for livet benyttes fremtidens energioptimerede vinduer med slanke profiler, stort lysindfald og gode sammen- og indbygningsmuligheder samt 3-lags energiruder. Lysningspanelerne forbedrer linietab samt formidler lyset langt ind i rummet. Boligens aktive facade regulerer lys- og varmeindtag. Tagudhæng mod syd skygger for den høje sommarsol og giver adgang for den lave vintersol. Skodder og solgardiner regulerer efter behov varme, lysindfald og privathed.

Styringen af huset reducerer energiforbruget

Huset styres således, at el- og varmekonsumet minimeres. Om sommeren anvendes den automatisk styrede naturlige ventilation til udluftning. I opvarmningssæsonen anvendes mekanisk ventilation med varmegenvinding, så kold luft kan opvarmes passivt uden brug af tilført energi. Intelligent styring regulerer ud- og indvendige solafskærmninger og sørger for at optimere varme- og lysindtag samt slukker lyset, når rummet forlades.

Materialeenergien

Materialeenergien er beregnet i beregningsprogrammet Beat 2002. Der er indsamlet data til brug i Beat (data bearbejdet med UMIP-metoden), for de komponenter, hvor det var muligt. For øvrige komponenter er anvendt korrigerede producentdata samt data for lignende komponenter.

Afregning af strøm

Ifølge den nuværende lovgivning afregnes kostprisen for produceret strøm, så længe der ikke produceres mere, end der forbruges. Det vil sige, at man ikke får udbetalt kontanter for den overskydende energi. Bruger man den ikke, giver man den i princippet til naboen. Alternativt kan den fx bruges til at oplade en elbil.

Vinduesareal

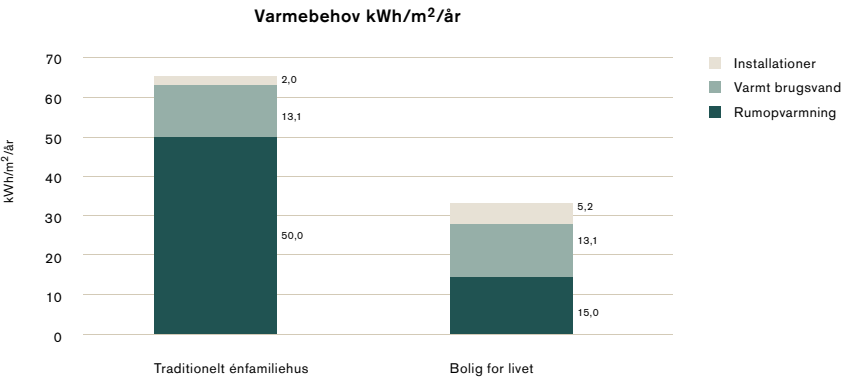
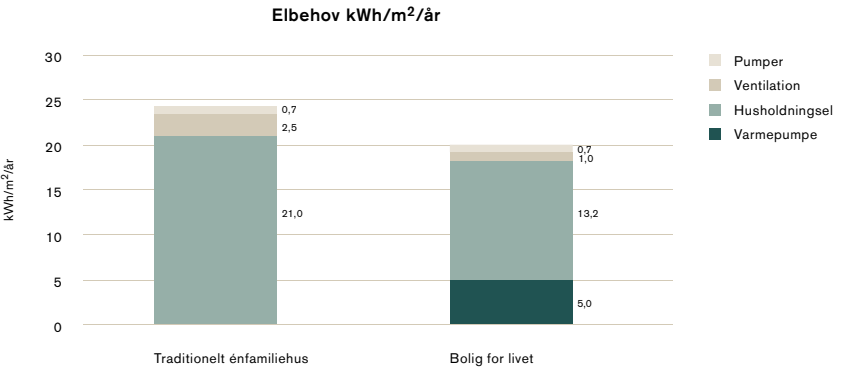
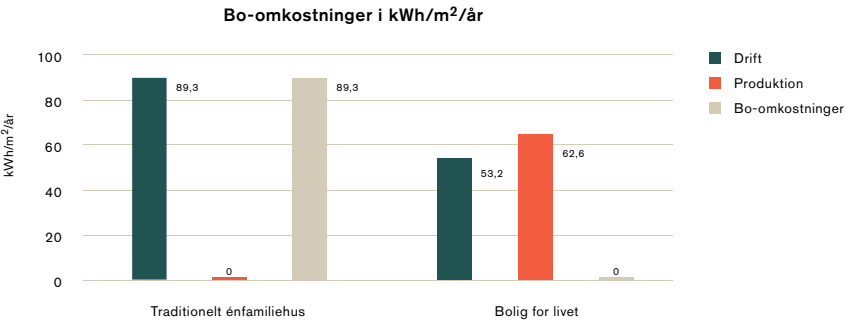
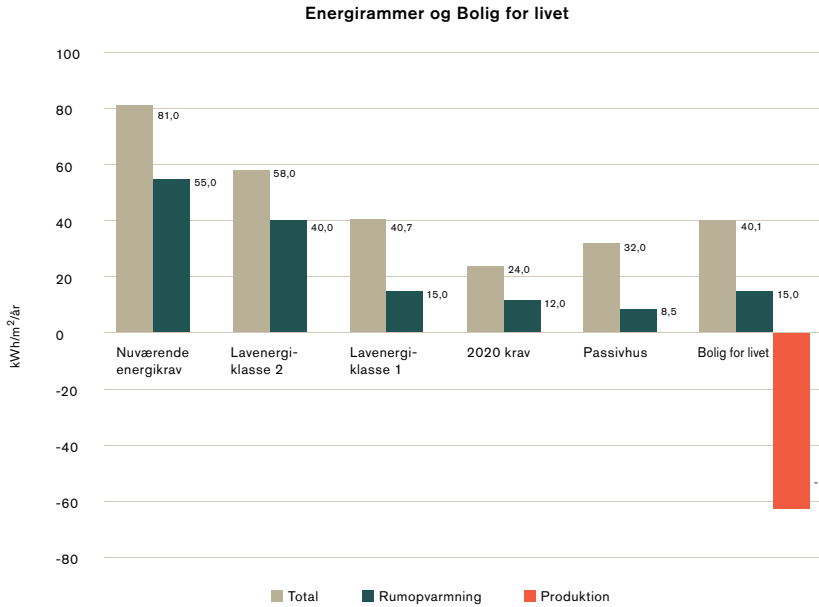
Vinduesareal i alt:	75 m²
Bruttoetageareal i alt:	190 m²
Procentmæssig vinduesareal i forhold til etageareal:	40%

Forskellen på Bolig for livet og et traditionelt parcelhus

I Bolig for livet er der mere dagslys, frisk luft og kontakt mellem inde og ude, idet vinduesarealet er ca. det dobbelte af arealet i traditionelle parcelhuse. Huset producerer den energi, der forbruges, og der er derfor ingen energiudgifter eller belastning af miljøet. I Bolig for livet er der et sundt og komfortabelt indeklima, og samspillet mellem faktorerne energi, komfort og æstetik skaber en arkitektonisk helhed. Da flere af energiteknologierne og de energioptimerede byggekomponenter endnu ikke er på markedet, er Bolig for livet i dag dyrere at opføre end en traditionel bolig.

Energirammer

Energiforbruget i Bolig for livet svarer til lavenergiklasse 1, men forskellen er, at Bolig for livet selv producerer den energi, der skal bruges.



Energiforbruget til opvarmning i Bolig for livet er ca. 50% af energiforbruget i et almindeligt nyt hus bygget efter kravene til nybyggeri i BR2008.



Godt dagslys, frisk luft og gode materialer sikrer, at huset er sundt og behageligt at opholde sig i

Komfort

Fremtidens hus skal være rart at opholde sig i og omkring. Det må ikke være for varmt om sommeren og ikke for koldt om vinteren. Det skal være fleksibelt, så det giver plads til både fællesskab og til ro og fordybelse. Det skal desuden være nemt at vedligeholde og betjene.

Ventilation

Der er masser af frisk luft i Bolig for livet. Om vinteren tilføres luften via det mekaniske ventilations-anlæg, der samtidig sikrer, at varmen fra udsugningsluften genbruges. Anlægget er behovsstyret, så det tilpasser sig de aktuelle ventilationsbehov i rummene. Luften indblæses i de »rene« rum (værelser og stue/opholdsrum) og udsuges i de »urene« rum (køkken, toiletter og bryggers).

Om sommeren tilføres frisk luft gennem naturlig ventilation, der er styret af sensorer i huset, så der ikke ventileres mere end nødvendigt, og der samtidig opretholdes et godt indeklima. Den naturlige ventilation erstatter den mekaniske med energibesparelser til følge.

Naturlig ventilation regulerer bygningens indeklima ved hjælp af et kontrolleret luftskifte gennem vinduerne i facade og tag. Dette gøres ved at udnytte de naturlige drivkræfter, der skabes af temperaturforskelle mellem ude og inde, den termiske opdrift i bygningen samt vinden omkring bygningen. Ventilationen sker ved, at vinduerne åbnes og lukkes kontrolleret afhængig af ude- og indeklimaet samt behovet for frisk luft.

Træk i forbindelse med lufttilstrømningen fra det mekaniske ventilationsanlæg undgås ved at indblæse med lave lufthastigheder i opholdszonen. Samtidig er der på ventilationsanlægget indbygget varme-flader, så indblæsning med utilsigtet kold luft undgås. Luftindtag for den naturlige ventilation er placeret højt, så den indtagede luft når at blande sig med rumluften, inden opholdszonen nås.

Rumopvarmning og nedkøling

Temperaturen i de enkelte rum kan reguleres selvstændigt, så den tilpasses aktiviteten i rummet.

Om sommeren kan huset selv afskærme for solen, så der ikke bliver for varmt indendørs. Afskærmningen er udformet, så den er tilpasset de facademæssige og orienteringsmæssige forhold og reguleres i øvrigt automatisk, så den indvendige temperatur holdes stabil.

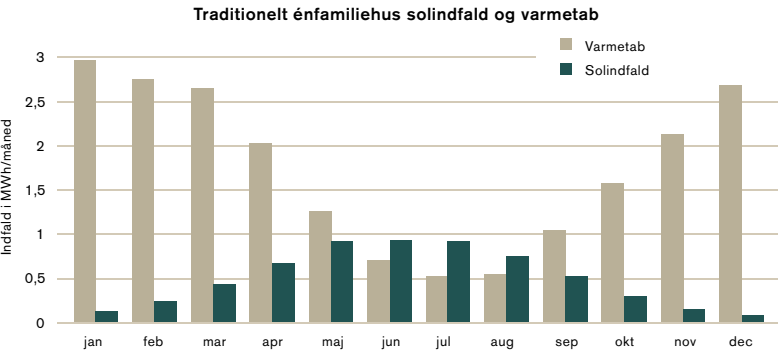
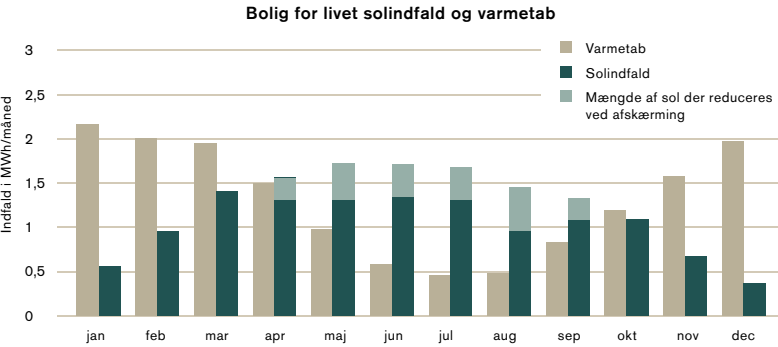
Bolig for livet er designet til at udnytte så megen passiv energi som muligt. Passiv energi i form af højt dagslysniveau, passiv varme fra solen samt ventilation via termisk opdrift og vindpåvirkning af facaderne.

Den aktive facade

I Bolig for livet opnås en god komfort ved hjælp af den aktive facade. En aktiv facade:

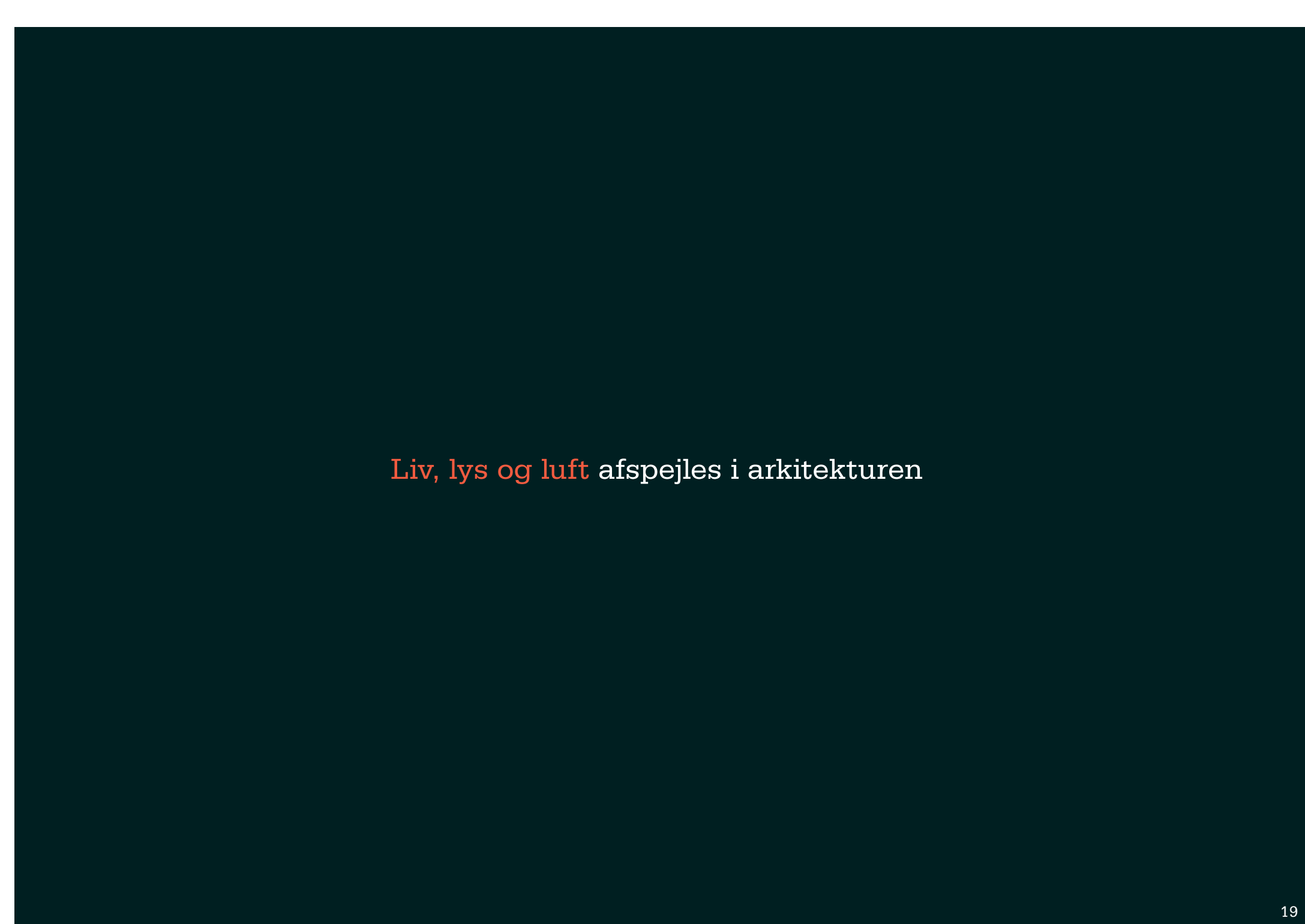
- Regulerer selv, hvor meget lys og varme der kommer ind gennem vinduerne.
- Lufter selv ud, så der altid er et sundt indeklima i huset.

Den aktive facade ændrer sig efter årstid og behov. Den kan enten være åben og dermed lukke lyset og varmen ind. Eller den kan være lukket for at skærme mod solen eller holde på varmen om natten.





Liv, lys og luft afspejles i arkitekturen



Æstetik

Den bærende arkitektoniske idé i Bolig for livet er at forene énfamiliehusets krav til oplevelse, funktionalitet og energiforbrug i et integreret design. Det er løsningerne omkring husets lysindtag, den aktive facade, relationerne mellem ude og inde og husets fleksibilitet, der giver den høje arkitektoniske kvalitet.



Husets disponering

Bolig for livet er disponeret med god plads til både samvær og fordybelse. Der er lagt vægt på at skabe særlige steder for aktiv oplevelse og fleksibel anvendelse. Huset er placeret på grundstykkets nordvestlige del for at give mest mulig rum til haven samt udnytte grundens højde mod nord. Bygningen fremstår som en samlet, skulpturel bygningskrop, hvor carport og udhus er integreret. Huset udnytter lokalplanens mulighed for disponering i 1½ etage, hvilket er med til at optimere udsigten fra grunden.

Facaden

Valget af skiferbeklædning på facade og tag afspejler både ønsket om holdbarhed, lav CO₂ påvirkning og minimal vedligeholdelse. Men også ønsket om at integrere solcellernes, solfangernes og vinduernes mørke flader i et skulpturelt helhedsbillede. Træbeklædningen og trægulvene står, med deres naturlige varme, i kontrast til skiferens hårde og kølige udtryk.

Opløsning af grænsen mellem inde og ude

I Bolig for livet opløses grænsen mellem inde og ude. Vinduer og terrassedøre, der går til gulv, får inde og ude til at flyde sammen, så rummene virker større og mere luftige, mens vinduer, der går helt til loft, sammen med ovenlysvinduer sikrer, at dagslyset kommer langt ind i rummene.

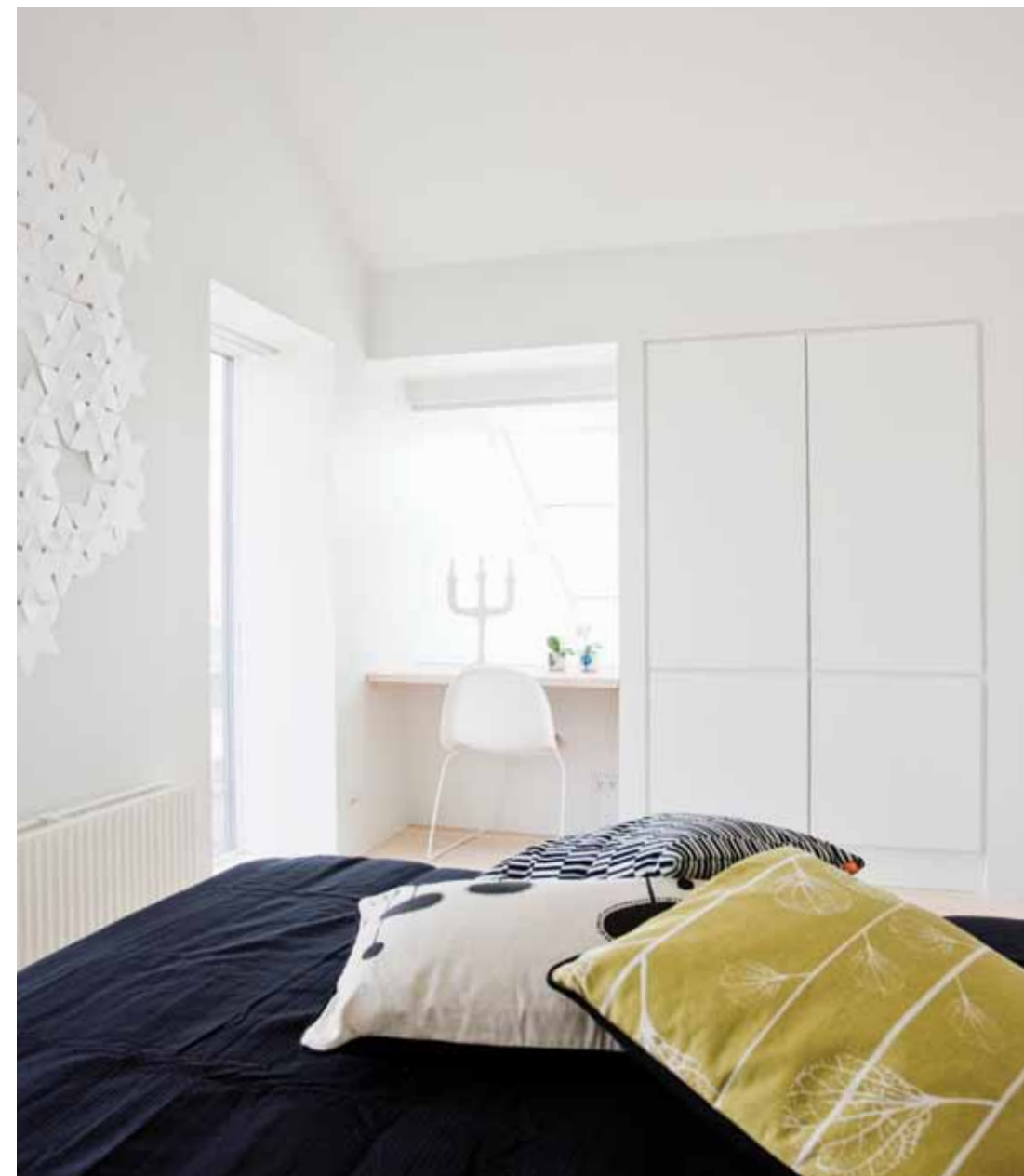
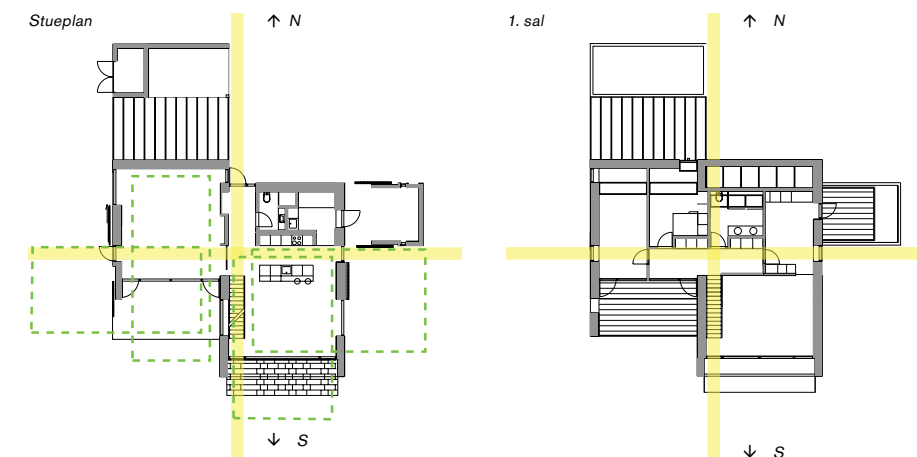
Relationen mellem inde og ude er maksimeret og relateret til flere aktiviteter i huset. Fra bryggerset er der direkte adgang til det overdækkede og semi-isoleerede »multihus«, hvor grøntsager kan opbevares, tøj kan tørres under tag, og cyklen kan repareres.

Fra køkken og fællesrum er der adgang både til terrassen med morgensol mod øst, den overdækkede terrasse mod syd og den aktive klimazone mod vest. Også fra rummene på 1. salen er der adgang til det fri. Fra den store sydvendte terrasse, der udgør taget over den aktive klimazone, er der frit udsyn over Århusbugten. Fra værelset mod øst er der adgang til en mindre østvendt terrasse over »multihuset«.

Dagslyset

Brugen af dagslyset som stemnings- og rumskabende element er bærende for helhedsoplevelsen af Bolig for livet. Huset er bygget op over et »lyskors«, som giver boligen lys fra alle fire sider. Hovedparten af rummene i huset har vinduer i mindst to retninger, og hvert vindue har udover at være åbning for dagslyset også funktion som udgang, ventilationsåbning, siddeniche, arbejdsplads eller ramme om en udsigt.

Vinduernes placering og størrelse er afstemt efter solens gang på himlen, årstidene, energioptimering og beboernes behov i boligen. Den store isoleringstykkelse og taghældningen skaber naturlige udhæng mod syd, som sørger for en komfortabel solafskærmning, uden at udsigten skærmes. Endvidere undgås blænding ved integreret afskærmning både ude og inde.



Lys skaber rum

Køkken/alrum

Facaden åbner sig mod syd med ét gennemgående vinduesparti, der lodret er opdelt i 5 felter. Det smalle vinduesbånd øverst sørger for automatisk ventilation via WindowMaster styringssystem. To af vinduerne fungerer som terrassedøre og giver adgang til den syd-vendte terrasse. Da vinduespartiet spænder fra gulv til loft, opleves det som om, rummet fortsætter ud på terrassen. Den vandrette afskæring af tagudhænget skaber skygge for den sydvendte sol og modvirker derved overophedning.

Mod øst og vest er der over for hinanden placeret to meget store kvadratiske vinduespartier. De tykke vægge giver mulighed for at indrette sidde­nicher i vinduerne.

To ovenlysvinduer er placeret i hvert sit hjørne af køkken/alrummet i det skrå sydvendte loft. Vinduerne er trukket så langt ud til siderne, at rummets vægge mod øst og vest går hele vejen op i hver sin lysning uden overgang til loftet. Når man står på balkonen eller øverst på trappen på 1. salen, giver ovenlysvinduerne udsigt over bugten i det fjerne.

De sydvendte facadevinduer og ovenlysvinduerne genererer en stor mængde passiv solvarme, der bidrager positivt til husets energibalance. For at undgå overophedning på varme sommerdage, er det vigtigt, at vinduerne kan afskærmes. Ovenlysvinduerne er derfor bestykket med udvendige elektriske markiser, der kan reducere varmeakkumuleringen fra solen med op til 90% samt bidrage til at forbedre vinduernes isoleringsevne. Indvendigt er der monteret elektriske gardiner, som giver mulighed for at justere mængden af dagslys i rummet samt forbedre isoleringsevnen yderligere. Markiser og gardiner styres elektronisk igennem io-homecontrol, som også styrer husets klimakomfort, og dermed sikrer, at der ikke bliver for varmt i rummet. Ovenlysvinduer, markiser og gardiner er sol-celledrevne og genererer selv den energi, som er nødvendig for betjening.

Fra køkken/alrummet kan man se ovenlysvinduerne mod nord i værelse og bad på 1. sal. Dette kig langs den store karakteristiske skrå loftflade samt nordlyset, der reflekteres ind i rummet herfra, bidrager til, at rummet har et meget varieret og differentieret dagslysind-fald, hvor der er lys fra alle fire verdenshjørner samt fra himmelen.

Stue

Rummet åbner sig mod syd med en glasfacade bestående af 4 vinduespartier, hvoraf to fungerer som terrassedøre til den store overdækkede terrasse. Over dørene er der mindre ventilationsvinduer, der åbner automatisk og trækker frisk luft ind efter behov. Vinduerne går helt fra gulv til loft, hvilket gør, at terrassen udenfor opleves som en del af rummet. Den overdækkede terrasse skærmer mod varm sydvendt sol.

Værelse 1

Rummet får dagslys fra tre forskellige retninger: Kølgt nordlys gennem ovenlysvinduerne, varmt sollys gennem de store vinduespartier mod syd samt fra det høje og det lavtplacerede vest-vendte vindue. De sydvendte panoramavinduer åbner for udsigten mod Århusbugten. Mod syd sørger tagudhænget for at afskærme for den højtstående sol i sommermånederne.

Facade- og ovenlysvinduerne har udvendige solafskærmninger, og indvendige elektriske gardiner. Begge dele styres elektronisk igennem io-homecontrol.

Værelse 2

Værelset har to højtplacerede ovenlysvinduer mod nord, og et kombineret VELUX facade/ovenlysparti indbygget i en lavere højde. Facadepartiet går helt ned til gulvet og sørger for, at dagslyset reflekteres ind i rummet helt nede fra gulvniveau.

De indvendige glaspartier øverst på væggen mod syd giver lys fra køkken/alrummet. Ov-enlysvinduerne er bestykket med udvendige markiser. Indvendigt er der monteret mørk-lægningsgardiner. Begge dele styres elektronisk igennem io-homecontrol.

Værelse 3

Værelset har to vertikale vinduespartier orienteret mod øst, der giver mulighed for di- rekte morgensol. Det ene vindue fungerer som dør til den østvendte terrasse. Vinduerne ind-rammer udsigten over Mols Bjerge. Et indvendigt vindue i arbejdsnichen sikrer lys ind fra de store sydvendte ovenlysvinduer i køkken/alrummet. Vinduerne har indvendige elektriske gardiner.

Værelse 1

VELFAC Helo facadevinduer

- To faste vinduer. Lysningspaneler med indven-dige automatiske rullegardiner (mod vest).
- To terrassedøre og to faste partier (i midten) med udvendige automatiske rullegardiner (mod syd).

VELUX ovenlys

- To vippevinduer med solcelledrevne vindues-åb-nere, mørklægningsgardiner og markiser.

Stue

VELFAC Helo facadevinduer

- Et fast vindue og et oplukkeligt vindue med lysningspanel og indvendig automatisk rullegardin (mod vest).
- En terrassedør med et oplukkeligt motoriseret vin-due øverst til naturlig ventilation (WindowMaster). Samt lysningspanel med indvendig automatisk rullegardin (mod vest).
- To faste vinduer (i midten) og to terrassedøre med oplukkelige motoriserede vinduer øverst (mod syd).

Alle facadevinduer i Bolig for livet er VELFAC Helo energioptimerede vinduer med 3 lagsruder med argon. Alle ovenlysvinduer er VELUX med 3 lagsruder.

Værelse 2

VELUX ovenlys

- To vippevinduer med solcelledrevne vindues-åb-nere, mørklægningsgardiner og markiser.
- Et vippevindue og et VELUX facadevindue med manuelle mørklægningsgardiner (mod nord).

Badeværelse

VELUX ovenlys

- To vippevinduer med solcelledrevne vinduesåb-nere og rullegardiner.

Køkken/alrum

VELFAC Helo facadevinduer

- Et fast vindue med lysningspanel og indvendig automatisk rullegardin (mod vest).
- Tre faste vinduer (i midten) med tre vinduer øverst, hvoraf et er fast og to er motoriserede oplukkelige. To terrassedøre med to faste vinduer øverst. Udvendige automatiske rullegardiner. (mod syd).
- Et fast vindue og en terrassedør med et motoriseret oplukkeligt vindue øverst. Lysningspaneler med indvendige automatiske rullegardiner (mod øst).

VELUX ovenlysvinduer

- Fire vippevinduer med solcelledrevne vinduesåb-nere, markiser og rullegardiner.

Materialer

Materialerne i huset er valgt med fokus på, at de skal belaste miljøet så lidt som muligt. Der er i høj grad brugt naturmaterialer, som er med til at skabe et godt indeklima samt robuste materialer, der kræver et minimum af vedligeholdelse og har en lang levetid.

Sonnenkraft Solar Complete

Solar Complete er en unik kombination af solvarme og varmepumpeteknologi, hvor solen er den drivende kraft i anlægget. Solfangerne opfanger det direkte sollys, men også det indirekte sollys, så de har god effekt også på en overskyet dag. Hvis der er meget sollys, bliver det varme vand ført direkte til tanken, og opvarmningen er ganske gratis. Hvis det derimod er overskyet eller kun delvis sol, så træder varmepumpen til. Varmepumpen opsamler energi enten direkte fra luften - eller fra en kombination af luften og det varme vand fra solfangeren.

Det er kombinationen af varmekilder, der gør systemet til noget særligt. Varmepumper har en driftstemperatur, hvor de er mest effektive, og ved at supplere med solvarmen til at opnå den optimale temperatur, sikres den højest mulige effektivitet og lavest mulige omkostning til opvarmning.

WindowMaster

WindowMaster leverer naturlig ventilation til Bolig for livet. Naturlig ventilation regulerer bygningens indeklima ved hjælp af styret luftskifte gennem vinduerne. I Bolig for livet kan luftens bevægelse udnyttes optimalt, fordi alle rummene har vinduer i mere end én retning, og der er højt til loftet i en del af boligen. Højden i boligen hjælper med til at skabe termisk opdrift med store energibesparelser til følge. WindowMaster systemet omfatter avancerede motorer bygget ind i vinduesprofilerne samt intelligent styring af naturlig ventilation. Naturlig ventilation er automatisk styret, så huset selv lugter ud efter et forudbestemt tidsinterval. Men det er også muligt at styre systemet manuelt.

Udvendig

Tagflader:	Kongebro naturskifer. Gaia Solar solceller. VELUX solpaneler og ovenlysvinduer.
Facader:	Kongebro naturskifer. Dinesen douglas-lameller som solafskærmning for vinduer. VELFAC Helo facadevinduer.
Terrasser:	Kongebro naturskifer. Betonfliser med mellemliggende bornholmske mosaiksten.
Carport og multihus:	Dinesen douglasplanker udvendig. Hvide beklædningsplader indvendig.

Indvendig

Gulve:	Kongebro naturskifer i køkken/alrum, entre, bryggers og på badeværelse i stueetagen. Dinesen douglasplanke i værelser og stue. Støbte fliser af genbrugsglas fra Fliseuniverset på 1. sal.
Vægge og lofter:	Generelt glatte hvide overflader. Dinesen douglasplanker omkring »kernen« i stueetagen.
Køkken:	Hvide elementer fra Multiform. Hvidevarer fra Siemens og Gaggenau. Amatur fra Damixa.
Badeværelse i stueetagen:	Sanitet fra Catalano. Kongebro naturskifer på væg i bruseniche. Amatur fra Damixa.
Badeværelse på 1. salen:	Sanitet fra Catalano. Mosaikfliser af genbrugsglas fra Fliseuniverset. Amatur fra Damixa.
Belysning:	Louis Poulsen

Øvrige

Mekanisk ventilation:	Nilan
Naturlig ventilation:	WindowMaster
Solvarmepumpe:	Sonnenkraft
Legehus:	Superwood
Indendørs rullegardiner:	Faber

Konstruktion

Huset er opført i en let trækonstruktion med bærende I-bjælker i træ og limtrædragere. I særligt belastede områder er der, hvor det har vist sig nødvendigt, anvendt stålsøjler. Stabilitet og skivevirkning er opnået ved hjælp af krydsfiner opsat på I-bjælkerne i tag og ydervæg. Udkragninger omkring altan og teknik/depotrum på 1. salen er udført med limtrædragere som bæring. Udkragning over køkken/alrum er udført i stålramme.

Linietaf

For at minimere linietafet bedst muligt har det været nødvendigt at tænke anderledes vedrørende indbygning af vinduer og døre. Det er gjort ved at rykke vinduerne 50 mm tilbage i facaden – og dermed længere ind i isoleringen, for at isotermerne ligger så parallelle som muligt gennem konstruktionen. Endvidere er vinduer og døre forsynet med tilsætninger både udvendig og indvendig. For ikke at trække kulden med ind i konstruktionen, er den udvendige tilsætning lavet af et isolerende kompositmateriale (Helo). Den indvendige tilsætning giver mulighed for en øget isolering bagved tilsætningen.

Som en sidste ting er stolpekonstruktionen omkring vinduer, som normalt vil ligge parallelt med facaden, i Bolig for livet ændret, så de nødvendige regler for fastgørelse ligger vinkelret på facaden. Med disse tiltag ligger linietafet i Bolig for livet helt nede på 0.02 W/m²*K.

U-værdier på konstruktioner i Bolig for livet

Vægge:	0,1 W/m²*K (395 mm isolering)
Tag:	0,07 W/m²*K (540mm isolering)
Terrændæk:	0,07 W/m²*K (500mm isolering)



VELFAC Helo®

Fremtidens aktive vindue

Med visionen om at skabe et energi+ vindue, der tilfører bygninger mere varme, end der forsvinder ud, og som imødekommer fremtidens strenge energikrav til såvel nybyggeri som renovering, har VELFAC Innovation Centre udviklet VELFAC Helo.

VELFAC Helo er fremtidens vindueskoncept, hvor unik isoleringsevne er forenet med styrke, holdbarhed, overfladefinish og design. Vinduet bidrager positivt til energibalancen med helt almindelige 2- og 3-lags ruder. VELFAC Helo understøtter både lavenergihuskonceptet med et opvarmningsbehov på under 15 kWh/m²/år og aktivhuskonceptet, hvor boligen skal producere mere energi, end der forbruges.

Vinduets ramme og karm er fremstillet i et revolutionerende nyt materiale - Helo-Fibre®, der består af PUR (Polyurethan) forstærket med fine glastråde. VELFAC Innovation Centre testede indledningsvist mere end 200 materialer, men fandt ikke, at materialerne formåede at kombinere de efterspurgte egenskaber. Derfor har VELFAC i samarbejde med førende materialeleverandører i Europa og Nordamerika udviklet Helo-Fibre. Materialet forener for første gang unik isoleringsevne med styrke, holdbarhed og overfladefinish.

Helo-Fibre er ikke alene særdeles velegnet til fremstilling af vejrbestandige lavenergivinduer i høj kvalitet. Materialet udmærker sig også ved at kunne fremstilles med ensartede smukke overflader. På grund af sin styrke kan materialet benyttes i en meget slank konstruktion og i meget store størrelser. Dette giver mulighed for at skabe smukke kvalitetsvinduer i et flot design med et stort, uhindret dagslysindfald.

I 2009/2010 vil VELFAC Helo blive udbudt til salg til særligt udvalgt lavenergibyggeri.



VELFAC 200i

I forbindelse med Bolig for livet giver VELFAC sit bud på fremtidens aktive facadevindue - VELFAC Helo. Men allerede den 1. januar 2009 introducerede VELFAC en ny højeffektiv energipakke som standard i alle udadgående vinduer. De nye optimerede energipakker hedder VELFAC 200i og VELFAC 400i og erstatter VELFAC 200 og VELFAC 400, som er udgået af sortimentet primo 2009. De nye vinduessystemer har samme design og funktionalitet og udbydes til samme pris som de udgåede sortimenter.

Energipakken betyder, at det nye vindue er energioptimeret med:

- Termisk brydning (kompositmateriale) mellem træ og aluminium
- Varm kant
- Forstærket rudesortiment
- Energisprosser

Samlet set giver energipakken op til **40%** forbedring af energibalancen, **15%** forbedring af den mørke U-værdi (Uw) og **32%** forbedring af randzonetemperaturen på vinduet.

Energi egenskaber – VELFAC Helo®

1

Solens energi

Tilskud af dagslys og energi.

2

Naturlig ventilation

Automatisk styring af åbne- og lukkefunktioner.
Godt indeklima.

3

Udvendig solafskærmning

Tilførsel af solens energi reguleres.
Op til 88% af solens varme bremses.

4

Isolering - U-værdi

Velisolerende egenskaber.
Stor styrke.
Grundlag for energioptimering.

5

Aktiv vindue

Positivt bidrag til energibalancen.

6

Lysningspanel

Linietab er reduceret.

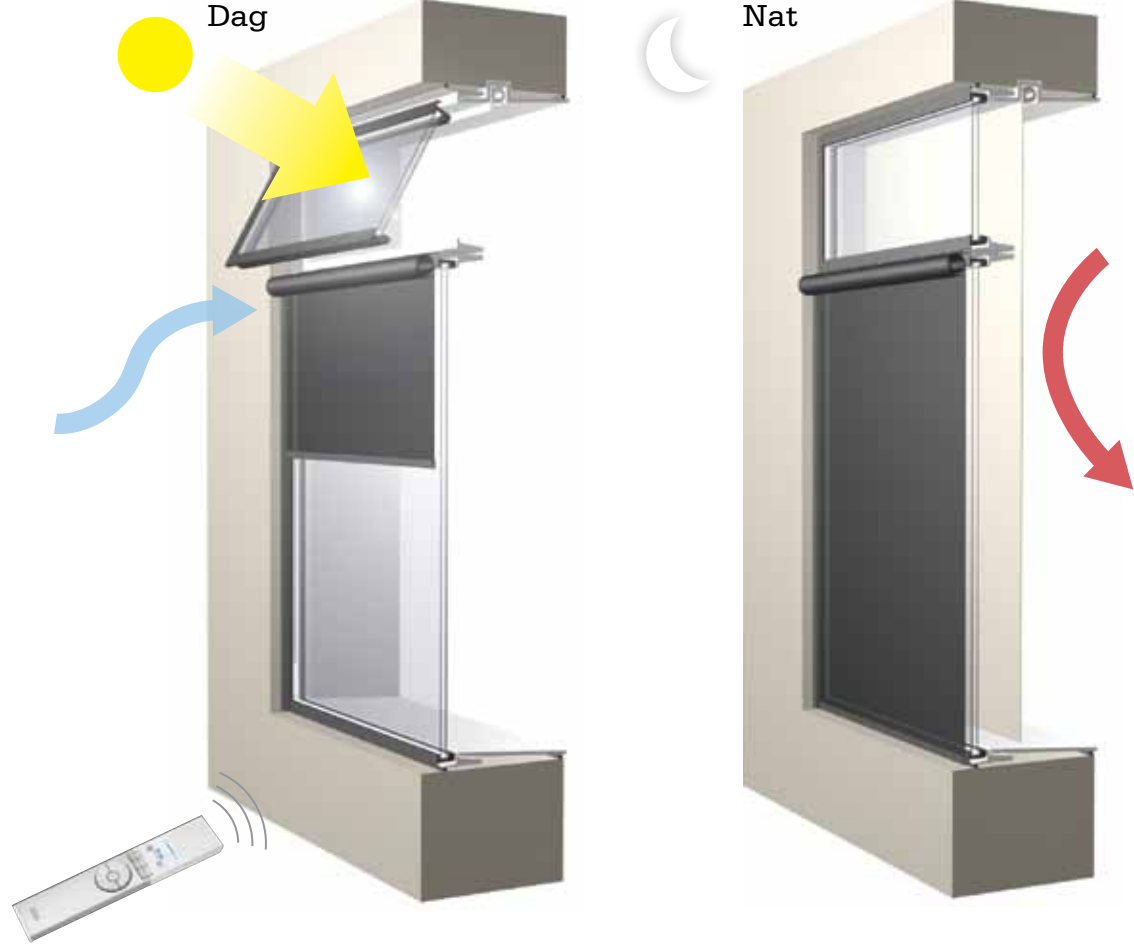
7

Natisolering

Reduktion af varmetab om natten.
Kontrol af mængden af sollys om dagen.

8

io-homecontrol



$E_{ref} = 4,6 \text{ kWh/m}^2$ med
2-lags glas og argon

$E_{ref} = 17,7 \text{ kWh/m}^2$ med
3-lags glas og argon

$U_w = 1,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ med
2-lags glas og argon

$U_w = 0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$ med
3-lags glas og argon

Glasandel
 $F_i = 88\%$

Natisolering
 U_w forbedres med
0,1 - 0,3 W/m²K

Udvendig solafskærmning
 $g_g = \pm 88\%$

Energi data – VELFAC Helo®

Standard vindue (1230 x 1480mm)

3-lags glas	VELFAC Helo®
Varmetab gennem vinduet	÷86 kWh/m ²
Energitilskud	+104 kWh/m ²
Netto energitilskud = E _{ref}	+18 kWh/m ²

Vinduer i Bolig for livet

3-lags glas	VELFAC Helo®
Varmetab gennem vinduet	÷6123 kWh
Energitilskud	+12311 kWh
Samlet energitilskud	+6188 kWh

Vinduer i typisk dansk hus

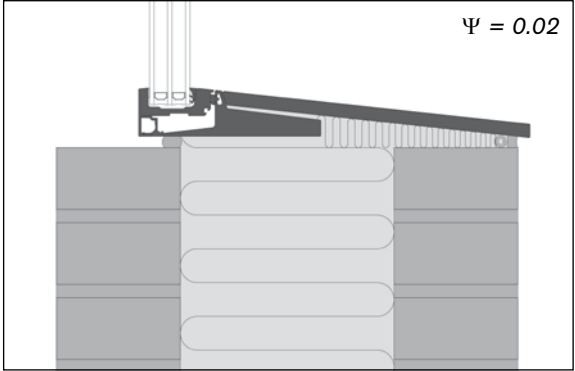
2-lags glas	VELFAC Helo®
Varmetab gennem vinduet	÷5025 kWh
Energitilskud	+5216 kWh
Samlet energitilskud	+191 kWh

Krav til Helo® vinduets funktionalitet

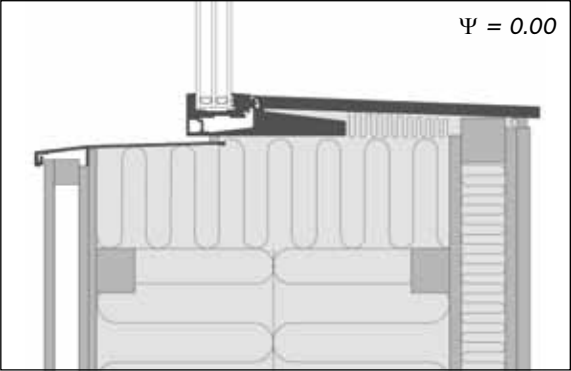
Indbrudssikkerhed	SBD (BS 7950 + BS6375-2), RC2 (EN 1627)
Levetid	EN 12400 klasse 3 (>40-50 år (20-30 år for ruden))
Lufttæthed	EN 12207 Klasse 4 (±600 Pa)
Vandtæthed	EN 12208 Klasse 9A (600Pa)

Vindlast	EN12210 Klasse C4 (±1600Pa, sikkerhedstest ±2400Pa)
Mekaniske test af beslag	600 kg efter principper i EN1628
Livscyklus	Livscyklusanalyse er dokumenteret
Adgangsbetingelser	17 mm dørtrin

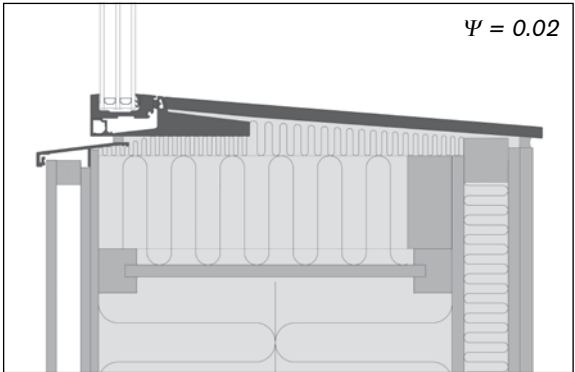
Linietab ved indbygning



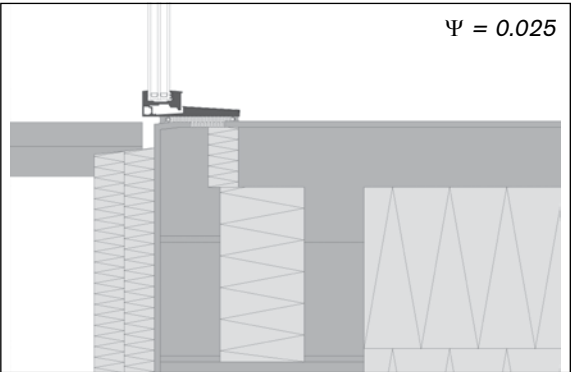
Teglstensmur.



Dyb indbygning.



Let konstruktion.



Gulv ved døre og terrassedøre.

En prøve er mere værd...

Fra 1. juli 2009 til 30. juni 2010 skal Bolig for livet testes. Det sker ved, at en helt almindelig familie på to voksne og to børn flytter ind og lever deres liv i huset.

Måling af energiforbrug og -produktion

Den ene del af testen er et måleprogram, der skal vise, hvor meget energi der forbruges og produceres i huset. Derved kan forudsætninger, beregninger og antagelser undersøges og efterfølgende valideres. Ingeniørhøjskolen i Århus står for målingerne.

Intelligent styring

Den anden del handler om boligens integrerede styring. Intelligent styring af boligen er nødvendig for at nedbringe energiforbruget og højne komforten samt udnytte vinduerne bedst muligt som lyskilde og ventilationsåbning.

Derfor har VELFAC indledt et samarbejde med Ingeniørhøjskolen i Århus og Alexandra Instituttet med Bolig for livet som case. Samarbejdet har udviklet sig til forskningsprojektet »Minimum configuration – Home Automation«. Projektet skal via brugerdreven innovation udvikle og afprøve strategier inden for konfiguration af intelligent styring i boligen.

Formålet med projektet er at udvikle et samlet koncept for, hvordan trådløs styring kan gøres både anvendelig og relevant for brugerne. Det skal give beboerne en samlet indgang til styringsmuligheder af lys, varme- og strømforbrug samt forbrugsdata.



Intelligent styring af Bolig for livet

Følgende elementer i Bolig for livet styres automatisk, men kan manuelt overstyres via fjernbetjening:

- Vinduer i tag og facade.
- Udvendig solafskærmning i tag og facade.
- Indvendig gardin i tag.

Øvrig styring:

- Indvendig gardin i facade styres ved tryk på kontakt.
- Lys styres ved tryk på kontakt og tilstedeværelsesføler på loft/væg (automatisk).
- Varme styres ved rumføler på væg (CO₂, fugt og temperatur).
- Mekanisk ventilation styres ved rumføler på væg (CO₂, fugt og temperatur).

En del af styringen skal udvikles sammen med brugerne. Det drejer sig om:

- Tid på tilstedeværelsesføler i forbindelse med belysning.
- Standardtemperatur i de forskellige rum.
- Åbne- og lukketider for vinduer.

